

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-233032

(43)Date of publication of application : 22.08.2003

(51)Int.Cl.

G02B 27/28
G02B 5/30
G02B 19/00
G02B 27/18
G02F 1/13
G02F 1/1335
G02F 1/13363
G03B 21/00
H04N 5/74

(21)Application number : 2002-032885

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 08.02.2002

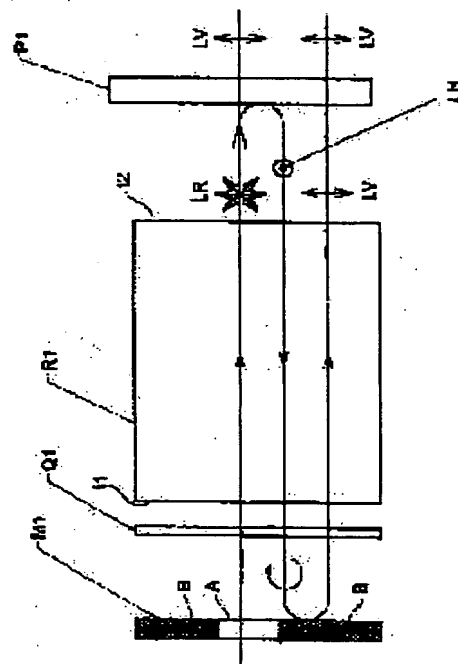
(72)Inventor : OTA TAKASHI
SAWAI YASUMASA

(54) PROJECTION LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a projection liquid crystal display device of high light use efficiency, which has an illuminating optical system provided with a polarization conversion function and an integrator function even though having a simple optical arrangement.

SOLUTION: A reflection mirror (M1) has a reflection surface in the surface on the liquid crystal panel size and has a transmission part (A) for light converged by an elliptic reflector, in the center part. A rod integrator (R1) uniformes the spatial energy distribution of light emitted from a quarter-wave plate (Q1) and emits light to the liquid crystal panel from a conjugate exit end face (t2). A reflecting polarizer (P1) transmits only vertically polarized light (LV) out of light emitted from the rod integrator (R1) and reflects horizontally polarized light (LH).



BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-233032

(P2003-233032A)

(43)公開日 平成15年8月22日(2003.8.22)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコト*(参考)
G 0 2 B 27/28		G 0 2 B 27/28	Z 2 H 0 4 9
5/30		5/30	2 H 0 5 2
19/00		19/00	2 H 0 8 8
27/18		27/18	Z 2 H 0 9 1
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5 2 H 0 9 9
審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 12 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2002-32885(P2002-32885)

(22)出願日 平成14年2月8日(2002.2.8)

(71)出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72)発明者 太田 隆志

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 澤井 靖昌

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(74)代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫 (外1名)

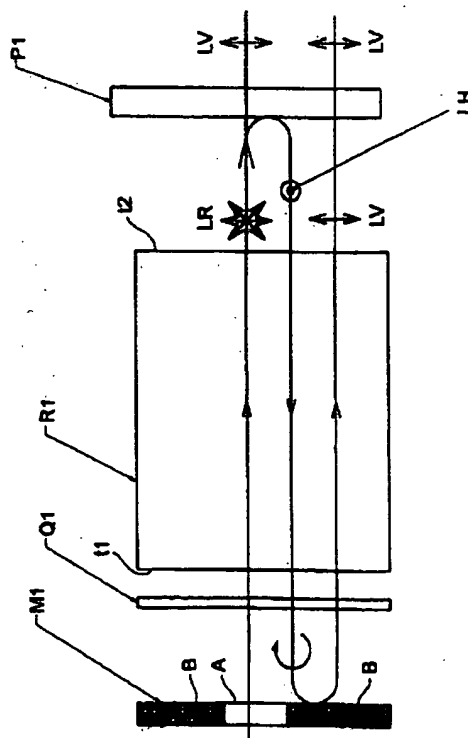
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 投写型液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 簡単な光学構成でありながら偏光変換機能とインテグレート機能を照明光学系に備えた光利用効率の高い投写型液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 反射ミラー(M1)は、液晶パネル側の面に反射面を有するとともに楕円リフレクタで集光した光に対する透過部(A)を中央部に有する。ロッドインテグレート(R1)は、1/4波長板(Q1)から射出した光の空間的なエネルギー分布を均一化し、液晶パネルに対して共役な射出端面(t2)から射出する。反射型偏光子(P1)は、ロッドインテグレート(R1)から射出した光のうち縦偏光(LV)のみを透過させ横偏光(LH)を反射させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源から放射された光を照明光学系で液晶パネルに導き、それにより照明された液晶パネルの表示画像を投写レンズでスクリーンに投影する投写型液晶表示装置であって、

前記光源から放射された光を集光する集光光学系と、その集光光学系で集光した光に対する透過部を一部に有する反射部材と、その反射部材から射出した光の空間的なエネルギー分布を均一化してその光を前記液晶パネルに対して共役な射出端面から射出するロッドインテグレートと、そのロッドインテグレートから射出した光のうち特定の偏光成分のみを透過させるとともに他の偏光成分を反射させる反射型偏光子と、を前記照明光学系に有することを特徴とする投写型液晶表示装置。

【請求項2】 光源から放射された光を照明光学系で液晶パネルに導き、それにより照明された液晶パネルの表示画像を投写レンズでスクリーンに投影する投写型液晶表示装置であって、

前記光源から放射された光を集光する集光光学系と、その集光光学系で集光した光に対する透過部を一部に有する反射部材と、その反射部材から射出した光の空間的なエネルギー分布を均一化してその光を前記液晶パネルに対して共役な射出端面から射出するロッドインテグレートと、そのロッドインテグレートから射出した光のうち特定の偏光成分のみを透過させるとともに他の偏光成分を反射させる反射型偏光子と、前記反射部材と前記反射型偏光子との間に配置された位相板と、を前記照明光学系に有することを特徴とする投写型液晶表示装置。

【請求項3】 前記位相板が $1/4$ 波長板であって、前記反射部材と前記ロッドインテグレートとの間に配置されていることを特徴とする請求項2記載の投写型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は投写型液晶表示装置に関するものであり、更に詳しくは、照明した液晶パネルの表示画像をスクリーンに投影する投写型液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 液晶パネルのように特定偏光の光変調により画像表示を行うライトバルブでは、特定偏光以外の照明光は入射側偏光板で吸収されるため、照明光がランダム偏光の場合にはその約半分が光量損失となる。この問題を解決して光利用効率を向上させるには、照明光の偏光方向を揃える偏光変換光学系が必要である。また、液晶パネルを均一に照明するために、照明光の空間的なエネルギー分布を均一化するインテグレートも必要である。偏光変換光学系としてはPBS(Polarizing Beam Splitter)プリズム等の偏光分離素子と $1/2$ 波長板との組み合わせが知られており、インテグレートとしては、

レンズアレイ方式やロッド方式が知られている(特開2000-131647号公報、特開2001-100314号公報等)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし従来の偏光変換光学系には、用いる偏光分離素子(PBSプリズム、PBSアレイ等)が大きく高価であり、照明光学系の大型化や光学構成の複雑化を招くといった問題がある。また従来のロッド方式のインテグレートには、偏光変換光学系との組み合わせ構成が難しいという問題がある。レンズアレイ方式のインテグレートの場合、レンズアレイの個々のレンズの光軸ズレや大きさのバラツキによって照明光の輪郭がボケてしまうため、大きな照明エリアが必要になり、結果として光利用効率の低下を招いてしまう。

【0004】 本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、その目的は、簡単な光学構成でありながら偏光変換機能とインテグレート機能を照明光学系に備えた光利用効率の高い投写型液晶表示装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、第1の発明の投写型液晶表示装置は、光源から放射された光を照明光学系で液晶パネルに導き、それにより照明された液晶パネルの表示画像を投写レンズでスクリーンに投影する投写型液晶表示装置であって、前記光源から放射された光を集光する集光光学系と、その集光光学系で集光した光に対する透過部を一部に有する反射部材と、その反射部材から射出した光の空間的なエネルギー分布を均一化してその光を前記液晶パネルに対して共役な射出端面から射出するロッドインテグレートと、そのロッドインテグレートから射出した光のうち特定の偏光成分のみを透過させるとともに他の偏光成分を反射させる反射型偏光子と、を前記照明光学系に有することを特徴とする。

【0006】 第2の発明の投写型液晶表示装置は、光源から放射された光を照明光学系で液晶パネルに導き、それにより照明された液晶パネルの表示画像を投写レンズでスクリーンに投影する投写型液晶表示装置であって、前記光源から放射された光を集光する集光光学系と、その集光光学系で集光した光に対する透過部を一部に有する反射部材と、その反射部材から射出した光の空間的なエネルギー分布を均一化してその光を前記液晶パネルに対して共役な射出端面から射出するロッドインテグレートと、そのロッドインテグレートから射出した光のうち特定の偏光成分のみを透過させるとともに他の偏光成分を反射させる反射型偏光子と、前記反射部材と前記反射型偏光子との間に配置された位相板と、を前記照明光学系に有することを特徴とする。

【0007】 第3の発明の投写型液晶表示装置は、上記

第2の発明の構成において、前記位相板が1/4波長板であって、前記反射部材と前記ロッドインテグレータとの間に配置されていることを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施した投写型液晶表示装置を、図面を参照しつつ説明する。なお、各実施の形態の相互で同一の部分や相当する部分には同一の符号を付して重複説明を適宜省略する。

【0009】《第1の実施の形態(図1、図2)》第1の実施の形態の光学構成を図1に示し、その要部概略構成を図2に示す。図1及び図2において、1は放電ランプ、2は楕円リフレクタ、3はUV(ultraviolet ray)-IR(infrared ray)カットフィルター、M1は反射ミラー、Q1は1/4波長板、R1はロッドインテグレータ、P1は反射型偏光子、4はリレーレンズ、5はフィールドレンズ、6は入射側偏光板、7は透過型の液晶パネル、8は射出側偏光板、9は投写レンズ、10はスクリーンである。この投写型液晶表示装置では、楕円リフレクタ(2)、UV-IRカットフィルター(3)、反射ミラー(M1)、1/4波長板(Q1)、ロッドインテグレータ(R1)、反射型偏光子(P1)、リレーレンズ(4)及びフィールドレンズ(5)から成る照明光学系により、放電ランプ(1)からの光が液晶パネル(7)に導かれ、そして照明光学系により照明された液晶パネル(7)の表示画像が投写レンズ(9)でスクリーン(10)に投影される。

【0010】この液晶表示装置において光源として設けられている放電ランプ(1)は超高圧水銀ランプである。放電ランプ(1)から放射された光は、集光光学系として設けられている楕円リフレクタ(2)に取り込まれて集光される。楕円リフレクタ(2)の代わりに回転放物面鏡や球面鏡等を用いてもよい。その場合、光を集光するために集光レンズと組み合わせて集光光学系を構成すればよい。楕円リフレクタ(2)から射出した光は、UV-IRカットフィルター(3)を透過することにより紫外線と赤外線がカットされる。UV-IRカットフィルター(3)を透過した光は、反射ミラー(M1)に入射する。

【0011】反射ミラー(M1)は、液晶パネル(7)側の面に反射面を有している。ただし図7に示すように、反射ミラー(M1)の中央部には透過部(A)が形成されており、その周辺部が反射部(B)になっている。この透過部(A)の形状は円形に限らず、四角形、六角形等、必要に応じてどのような形状に形成してもよい。また、透過部(A)は開口で構成されてもよく、均質な透光性材料で構成されてもよい。楕円リフレクタ(2)で集光した光は、反射ミラー(M1)の透過部(A)を透過して1/4波長板(Q1)に入射する。1/4波長板(Q1)に入射する光はランダム偏光(LR)なので、1/4波長板(Q1)を透過してもやはりランダム偏光(LR)のままである。1/4波長板(Q1)を透過した光は、ロッドインテグレータ(R1)に入射する。

【0012】反射ミラー(M1)、1/4波長板(Q1)及びロッド

インテグレータ(R1)は近接するように配置されているが、密着させてもよい。これらの光学素子(M1、Q1、R1)を密着させることにより、光学素子間での照明光の漏れをなくして、光利用効率を良くすることができる。また、1/4波長板(Q1)の例としては、延伸樹脂フィルム、水晶等の複屈折性結晶が挙げられるが、酸化物の斜め蒸着薄膜を利用することも可能である。例えば、ロッドインテグレータ(R1)の入射端面(t1)に1/4波長板(Q1)の機能を持つ斜め蒸着薄膜を形成し、その上から反射ミラー(M1)用の反射蒸着薄膜(例えば銀、誘電体反射膜等の反射物質コーティング)のパターンを形成すると、反射ミラー(M1)、1/4波長板(Q1)及びロッドインテグレータ(R1)の一体化が可能である。

【0013】ロッドインテグレータ(R1)は、四角柱形状のガラス体から成るロッド方式のインテグレータである。そして、入射端面(t1)から入射してきた光をその側面(すなわち壁面)で何度も繰り返し反射させることによりミキシングし、光の空間的なエネルギー分布を均一化して射出端面(t2)から射出する。ロッドインテグレータ(R1)の入射端面(t1)と射出端面(t2)の形状は、液晶パネル(7)と相似の四角形(したがって対向する2辺は平行)になっている。また、入射端面(t1)は楕円リフレクタ(2)で集光した光の集光位置(又はその近傍)にあり、射出端面(T2)は液晶パネル(7)に対して共役になっている。

【0014】液晶パネル(7)と共役な関係にある射出端面(t2)では、上記ミキシング効果により輝度分布が均一化されているため、液晶パネル(7)は効率良く均一に照明されることになる。なお、ロッドインテグレータ(R1)はガラスロッドに限らず、4枚の反射ミラーを貼り合わせて成る中空ロッドでもよい。また、後述する反射型偏光子(P1)の偏光分離特性と適合するならば、その側面は4面に限らない。したがって、多角柱形状のガラス体、あるいは複数枚のミラーを組み合わせて成る中空筒体を、ロッドインテグレータ(R1)として用いてもよい。

【0015】ロッドインテグレータ(R1)から射出した光は、反射型偏光子(P1)に入射する。反射型偏光子(P1)は、ロッドインテグレータ(R1)から射出した光のうち特定の直線偏光成分のみを透過させるとともに他の直線偏光成分を反射させる。ここでは、反射型偏光子(P1)の透過軸と一致した直線偏光成分が、反射型偏光子(P1)を透過する縦偏光(LV)であり、その縦偏光(LV)に直交する直線偏光成分が、反射型偏光子(P1)で反射する横偏光(LH)である。なお、反射型偏光子(P1)の例としては、シート状ビームスプリッター(例えば住友スリーエム(株)製の商品名:DBEF)、ワイヤーグリッド、コレステリック液晶等が挙げられる。

【0016】反射型偏光子(P1)を透過した縦偏光(LV)は、リレーレンズ(4)及びフィールドレンズ(5)から成る照明光学系によって液晶パネル(7)に導かれ、液晶

パネル(7)の前側に配置されている入射側偏光板(6)は、縦偏光(LV)を透過させるように透過軸の向きが設定されているため、入射側偏光板(6)での吸収による光量損失は抑制される。また、リレー光学系(4,5)がロッドインテグレータ(R1)の射出端面(t2)を液晶パネル(7)上で結像させるとともに、フィールドレンズ(5)が照明光を投写レンズ(9)に無駄なく導く働きをするため、高い光利用効率を得られる。液晶パネル(7)に入射した照明光は、液晶パネル(7)に印加される電圧に応じて空間的に強度変調され、射出側偏光板(8)を透過した光が投写レンズ(9)によってスクリーン(10)に投射される。

【0017】反射型偏光子(P1)で反射した横偏光(LH)は、図2に示すように、再びロッドインテグレータ(R1)に入射する。そして、ロッドインテグレータ(R1)の側面で反射を繰り返した後、 $1/4$ 波長板(Q1)に入射する。横偏光(LH)は、その偏光方向がロッドインテグレータ(R1)側面の対向する各辺(長辺、短辺)に対して垂直又は平行になっているため、ロッドインテグレータ(R1)を通っても偏光状態に変化はない。そして、 $1/4$ 波長板(Q1)を透過することにより円偏光に変換された後、反射ミラー(M1)に入射する。反射ミラー(M1)に入射した円偏光のうち、透過部(A)に入射した円偏光は透過するが、反射部(B)に入射した円偏光は反射される。反射ミラー(M1)の反射部(B)で反射された円偏光は、 $1/4$ 波長板(Q1)を再び透過することにより縦偏光(LV)に変換される。そして、再びロッドインテグレータ(R1)を通り(ここでも偏光状態に変化はない。)、反射型偏光子(P1)に入射する。この縦偏光(LV)も、最初に反射型偏光子(P1)を透過したものと同様、反射型偏光子(P1)を透過し、液晶パネル(7)を照明することになる。

【0018】上記のように、最初に反射型偏光子(P1)で反射した横偏光(LH)は、 $1/4$ 波長板(Q1)を2回通ることにより縦偏光(LV)に偏光変換されるため、高い光利用効率が達成される。その偏光変換効率は、ロッドインテグレータ(R1)の入射端面(t1)に形成される光源像の大きさと、ロッドインテグレータ(R1)の入射端面(t1)の面積に対する反射部(B)の面積比と、によって決まる。液晶パネル(7)のアスペクト比が $16:9$ のとき、ロッドインテグレータ(R1)のアスペクト比も約 $16:9$ となる。ロッドインテグレータ(R1)の入射端面(t1)における反射ミラー(M1)の透過部(A)を、ロッドインテグレータ(R1)の短辺を直径とする円とすると、反射ミラー(M1)の反射部(B)の割合は 70% となる。ロッドインテグレータ(R1)の入射端面(t1)での光源像の大きさが、透過部(A)の大きさより小さいとき最大の効率が得られ、その場合、 $(0.5 + 0.5 \times 0.7) / 0.5 = 1.7$ 倍の効率アップとなる。

【0019】この液晶表示装置の照明光学系は、ロッドインテグレータ(R1)に反射ミラー(M1)、 $1/4$ 波長板(Q1)及び反射型偏光子(P1)が追加された後の射出側光学

構成でありながら、偏光変換機能とインテグレータ機能の両方を備えている。ロッドインテグレータ(R1)を用いたインテグレータ機能により、液晶パネル(7)に対する均一照明が可能となるため、高品質な投写画像が得られる。しかも、ロッド形状を液晶パネル(7)上に鮮明に結像させることができるため、無駄な照明エリアが不必要となり高い光利用効率を得られる。また、前述したように入射側偏光板(6)での吸収による光量損失が抑制されるため、冷却機構の簡略化が可能である。あるいは、入射側偏光板(6)の負担減により高出力ランプの使用が可能となるため、上記偏光変換機能との相乗効果と相まって高輝度な投写画像が実現可能となる。

【0020】《第2の実施の形態(図3、図4)》第2の実施の形態の光学構成を図3に示し、その要部概略構成を図4に示す。図3及び図4において、M2は反射ミラー、R2はロッドインテグレータ、P2は反射型偏光子である。この投写型液晶表示装置では、楕円リフレクタ(2)、UV-IRカットフィルター(3)、反射ミラー(M2)、ロッドインテグレータ(R2)、反射型偏光子(P2)、リレーレンズ(4)及びフィールドレンズ(5)から成る照明光学系により、放電ランプ(1)からの光が液晶パネル(7)に導かれ、そして照明光学系により照明された液晶パネル(7)の表示画像が投写レンズ(9)でスクリーン(10)に投影される。

【0021】この液晶表示装置において光源として設けられている放電ランプ(1)は超高圧水銀ランプである。放電ランプ(1)から放射された光は、集光光学系として設けられている楕円リフレクタ(2)に取り込まれて集光される。楕円リフレクタ(2)の代わりに回転放物面鏡や球面鏡等を用いてもよい。その場合、光を集光するために集光レンズと組み合わせて集光光学系を構成すればよい。楕円リフレクタ(2)から射出した光は、UV-IRカットフィルター(3)を透過することにより紫外線と赤外線がカットされる。UV-IRカットフィルター(3)を透過した光は、反射ミラー(M2)に入射する。

【0022】反射ミラー(M2)は、液晶パネル(7)側の面に反射面を有している。ただし図7に示すように、反射ミラー(M2)の中央部には透過部(A)が形成されており、その周辺部が反射部(B)になっている。この透過部(A)の形状は円形に限らず、四角形、六角形等、必要に応じてどのような形状に形成してもよい。また、透過部(A)は開口で構成されてもよく、均質な透光性材料で構成されてもよい。楕円リフレクタ(2)で集光した光は、反射ミラー(M2)の透過部(A)を透過してロッドインテグレータ(R2)に入射する。この液晶表示装置では、反射ミラー(M2)及びロッドインテグレータ(R2)が近接するように配置されているが、密着させてもよい。これらの光学素子(M2, R2)を密着させることにより、光学素子間での照明光の漏れをなくして、光利用効率を良くすることができ

反射ミラー(M2)用の反射蒸着薄膜(例えば銀、誘電体反射膜等の反射物質コーティング)のパターンを形成すると、反射ミラー(M2)及びロッドインテグレータ(R2)の一体化が可能である。

【0023】ロッドインテグレータ(R2)は、四角柱形状のガラス体から成るロッド方式のインテグレータである。そして、入射端面(t1)から入射してきた光をその側面(すなわち壁面)で何度も繰り返し反射させることによりミキシングし、光の空間的なエネルギー分布を均一化して射出端面(t2)から射出する。ロッドインテグレータ(R2)の入射端面(t1)と射出端面(t2)の形状は、液晶パネル(7)と相似の四角形(したがって対向する2辺は平行)になっている。また、入射端面(t1)は楕円リフレクタ(2)で集光した光の集光位置(又はその近傍)にあり、射出端面(T2)は液晶パネル(7)に対して共役になっている。

【0024】液晶パネル(7)と共役な関係にある射出端面(t2)では、上記ミキシング効果により輝度分布が均一化されているため、液晶パネル(7)は効率良く均一に照明されることになる。なお、ロッドインテグレータ(R2)はガラスロッドに限らず、4枚の反射ミラーを貼り合わせて成る中空ロッドでもよい。また、後述する反射型偏光子(P2)の偏光分離特性と適合するならば、その側面は4面に限らない。したがって、多角柱形状のガラス体、あるいは複数枚のミラーを組み合わせて成る中空筒体を、ロッドインテグレータ(R2)として用いてもよい。

【0025】ロッドインテグレータ(R2)から射出した光は、反射型偏光子(P2)に入射する。反射型偏光子(P2)は、ロッドインテグレータ(R2)から射出した光のうち特定の直線偏光成分のみを透過させるとともに他の直線偏光成分を反射させる。ここでは、反射型偏光子(P2)の透過軸と一致した直線偏光成分が、反射型偏光子(P2)を透過する縦偏光(LV)であり、その縦偏光(LV)に直交する直線偏光成分が、反射型偏光子(P2)で反射する横偏光(LH)である。また、反射型偏光子(P2)の透過軸は、ロッドインテグレータ(R2)側面の対向する各辺(長辺、短辺)に対してある角度をもって配置されている(つまり平行でも垂直でもなく、各辺に対して傾いている。)。この角度はロッドインテグレータ(R2)に入射する光線の角度やロッドインテグレータ(R2)の長さによって変わるが、基本的には 45° である。なお、反射型偏光子(P2)の例としては、シート状ビームスプリッター(例えば住友スリーエム(株)製の商品名:DBEF)、ワイヤーグリッド、コレステリック液晶等が挙げられる。

【0026】反射型偏光子(P2)を透過した縦偏光(LV)は、リレーレンズ(4)及びフィールドレンズ(5)から成るリレー光学系によって液晶パネル(7)に導かれる。液晶パネル(7)の前側に配置されている入射側偏光板(6)は、縦偏光(LV)を透過させるように透過軸の向きが設定されているため、入射側偏光板(6)での吸収による光ロスが生

は抑制される。また、リレー光学系(4,5)がロッドインテグレータ(R2)の射出端面(t2)を液晶パネル(7)上で結像させるとともに、フィールドレンズ(5)が照明光を投写レンズ(9)に無駄なく導く働きをするため、高い光利用効率を得られる。液晶パネル(7)に入射した照明光は、液晶パネル(7)に印加される電圧に応じて空間的に強度変調され、射出側偏光板(8)を透過した光が投写レンズ(9)によってスクリーン(10)に投射される。

【0027】反射型偏光子(P2)で反射した横偏光(LH)は、図4に示すように、再びロッドインテグレータ(R2)に入射する。そして、ロッドインテグレータ(R2)の側面で反射を繰り返した後、反射ミラー(M2)に入射する。横偏光(LH)は、その偏光方向がロッドインテグレータ(R2)側面の対向する各辺(長辺、短辺)に対して傾いている(例えば角度 45°)ため、ロッドインテグレータ(R2)を通ることにより楕円偏光(LE)に変換される。つまり、横偏光(LH)の偏光方向がロッドインテグレータ(R2)側面に対して傾いていると、横偏光(LH)がP偏光成分とS偏光成分を持つことになり、ロッドインテグレータ(R2)内部においてP偏光成分とS偏光成分との間に位相差が生じて、ロッドインテグレータ(R2)から射出する際には楕円偏光(LE)となるのである。

【0028】反射ミラー(M2)に入射した楕円偏光(LE)のうち、透過部(A)に入射した楕円偏光(LE)は透過するが、反射部(B)に入射した楕円偏光(LE)は反射される。反射ミラー(M2)の反射部(B)で反射された楕円偏光(LE)は、再びロッドインテグレータ(R2)を通り(ここでも偏光状態が変化して楕円偏光又は円偏光となる。)、反射型偏光子(P2)に入射する。反射型偏光子(P2)に再び入射した光(楕円偏光又は円偏光)のうち、反射型偏光子(P2)の透過軸と平行な偏光成分は、最初に反射型偏光子(P2)を透過したものと同様、反射型偏光子(P2)を透過し、液晶パネル(7)を照明することになる。反射型偏光子(P2)で2回目の反射が行われた光は、反射型偏光子(P2)で最初に反射されたものと同様、横偏光(LH)として再びロッドインテグレータ(R2)に入射し、その光路の繰り返しにより反射型偏光子(P2)に対する反射・透過を繰り返す。そして、反射型偏光子(P2)に光が入射する度に、そのうちの何割かは反射型偏光子(P2)を透過するため、液晶パネル(7)に対する照明に寄与することができる。

【0029】上記のように、反射型偏光子(P2)で反射した横偏光(LH)は、ロッドインテグレータ(R2)を2回通る毎に偏光変換されて反射型偏光子(P2)に対する反射・透過を繰り返すため、高い光利用効率が達成される。その偏光変換効率は、ロッドインテグレータ(R2)の入射端面(t1)に形成される光源像の大きさと、ロッドインテグレータ(R2)の入射端面(t1)の面積に対する反射部(B)の面積比と、によって決まる。液晶パネル(7)のアスペクト比が16:9のとき、ロッドインテグレータ(R2)のアスペクト比は約16:9となる。ロッドインテグレータ(R2)の

2)の入射端面(t1)における反射ミラー(M2)の透過部(A)を、ロッドインテグレート(R2)の短辺を直径とする円とすると、反射ミラー(M2)の反射部(B)の割合は70%となる。ロッドインテグレート(R2)の入射端面(t1)での光源像の大きさが、透過部(A)の大きさより小さいとき最大の効率を得られる。そして、ロッドインテグレート(R2)を往復した偏光が反射型偏光子(P2)を透過する割合を0.25とすると、偏光変換効率は以下の式で表される。

$$\begin{aligned} \text{【0030】} & : (0.5 + 0.5 \times 0.7 \times 0.25 \\ & + 0.5 \times 0.7 \times (1 - 0.25) \times 0.7 \times 0.25 \\ & + 0.5 \times 0.7 \times (1 - 0.25) \times 0.7 \times (1 - \\ & 0.25) \times 0.7 \times 0.25 + \dots) / 0.5 = 1 + \\ & (0.7 \times 0.25) / (1 - 0.7 \times 0.75) = 1.37 \end{aligned}$$

式から分かるように、偏光変換をしない場合に対して37%の効率アップとなる。

【0031】この液晶表示装置の照明光学系は、ロッドインテグレート(R2)に反射ミラー(M2)及び反射型偏光子(P2)が追加されただけの簡単な光学構成でありながら、偏光変換機能とインテグレート機能の両方を備えている。ロッドインテグレート(R2)を用いたインテグレート機能により、液晶パネル(7)に対する均一照明が可能となるため、高品質な投写画像が得られる。しかも、ロッド形状を液晶パネル(7)上に鮮明に結像させることができるため、無駄な照明エリアが不要となり高い光利用効率を得られる。また、前述したように入射側偏光板(6)での吸収による光量損失が抑制されるため、冷却機構の簡略化が可能である。あるいは、入射側偏光板(6)の負担減により高出力ランプの使用が可能となるため、上記偏光変換機能との相乗効果と相まって高輝度な投写画像が実現可能となる。

【0032】第2の実施の形態の液晶表示装置において、反射ミラー(M2)と反射型偏光子(P2)との間(例えばロッドインテグレート(R2)の直前又は直後)に位相板(P)を配置すれば(図4では、ロッドインテグレート(R2)直前に配置された位相板(PP)を二点鎖線で示す)、偏光変換効率を更に向上させることができる。1/4波長板等の位相板(PP)を配置することによりロッドインテグレート(R2)での位相ズレを補償すれば、反射型偏光子(P2)で反射された横偏光(LH)に対しトータルで略1/2波長板として作用する光学構成を得ることができるからである。

【0033】つまり、反射型偏光子(P2)で反射した横偏光(LH)がロッドインテグレート(R2)及び位相板(PP)を1往復する(すなわち2回通る)毎に、P偏光成分とS偏光成分との間に[ロッドインテグレート(R2)による位相差] + [位相板(PP)による位相差] = [1/2波長]の位相差が生じるように設定することによって、その往復の繰り返し回数が小さいまま、横偏光(LH)から縦偏光(VH)への変

換的な偏光変換効率を向上させることができる(したがって式(1)中の0.25が大きくなる)。この位相板(P)は、前記第1の実施の形態における1/4波長板(Q1)と同様、反射ミラー(M2)やロッドインテグレート(R2)に対して近接配置又は密着配置させてもよく、斜め蒸着薄膜の形成等により一体化した構成にしてもよい。

【0034】《第3の実施の形態(図5、図6)》第3の実施の形態の光学構成を図5に示し、その要部概略構成を図6に示す。図5及び図6において、M3は反射ミラー、Q3は1/4波長板、R3はロッドインテグレート、P3は反射型偏光子、G1は縮小側レンズ、G2は拡大側レンズである。この投写型液晶表示装置では、楕円リフレクタ(2)、UV-IRカットフィルター(3)、反射ミラー(M3)、1/4波長板(Q3)、ロッドインテグレート(R3)、反射型偏光子(P3)、縮小側レンズ(G1)及び拡大側レンズ(G2)から成る照明光学系により、放電ランプ(1)からの光が液晶パネル(7)に導かれ、そして照明光学系により照明された液晶パネル(7)の表示画像が投写レンズ(9)でスクリーン(10)に投影される。

【0035】この液晶表示装置において光源として設けられている放電ランプ(1)は超高圧水銀ランプである。放電ランプ(1)から放射された光は、集光光学系として設けられている楕円リフレクタ(2)に取り込まれて集光される。楕円リフレクタ(2)の代わりに回転放物面鏡や球面鏡等を用いてもよい。その場合、光を集光するために集光レンズと組み合わせて集光光学系を構成すればよい。楕円リフレクタ(2)から射出した光は、UV-IRカットフィルター(3)を透過することにより紫外線と赤外線がカットされる。UV-IRカットフィルター(3)を透過した光は、反射ミラー(M3)に入射する。

【0036】反射ミラー(M3)は、液晶パネル(7)側の面に反射面を有している。ただし図8に示すように、反射ミラー(M3)の片側(図8中の右側)には透過部(A)が形成されており、残りの部分(図8中の左側)が反射部(B)になっている。そして、反射ミラー(M3)の透過部(A)は、ロッドインテグレート(R3)の入射端面(t1)に対し偏芯するように位置している。この透過部(A)の形状は円形に限らず、四角形、六角形等、必要に応じてどのような形状に形成してもよい。また、透過部(A)は開口で構成されてもよく、均質な透光性材料で構成されてもよい。楕円リフレクタ(2)で集光した光は、反射ミラー(M3)の透過部(A)を透過して1/4波長板(Q3)に入射する。1/4波長板(Q3)に入射する光はランダム偏光(LR)なので、1/4波長板(Q3)を透過してもやはりランダム偏光(LR)のままである。1/4波長板(Q3)を透過した光は、ロッドインテグレート(R3)に入射する。

【0037】反射ミラー(M3)、1/4波長板(Q3)及びロッドインテグレート(R3)は近接するように配置されているが、密着させてもよい。これらの光学素子(M3、Q3、R3)を密着させると、照明光学系の照明光の漏れ

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.